



Arrangement for inductive input coupling of nuclear spin resonance signal into receiver antenna

Patent number: DE19844762
Publication date: 2000-04-06
Inventor: OPPELT ARNULF (DE)
Applicant: SIEMENS AG (DE)
Classification:
- international: G01R33/3415; A61B5/055
- european: G01R33/28H
Application number: DE19981044762 19980929
Priority number(s): DE19981044762 19980929

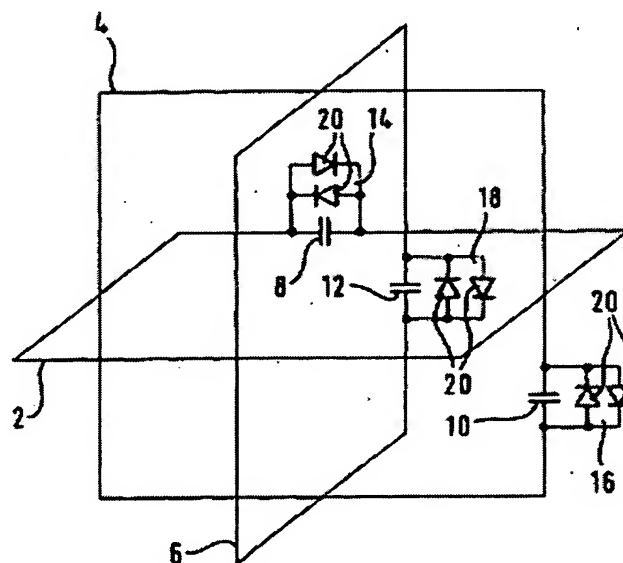
Also published as:

 US6317091 (B1)
 JP2000102521 (A)

[Report a data error here](#)

Abstract of DE19844762

The arrangement has three resonant coil arrangements (4,6), each in an imaging region. The three resonant coil arrangements are decoupled from each other and their imaging regions are mutually perpendicular and at least partially overlap each other. Preferably the coil arrangements are arranged centrally-symmetrically with respect to each other. At least one coil arrangements contains a dipole coil (2,4,6).



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 198 44 762 B4** 2005.02.24

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **198 44 762.0**
(22) Anmeldetag: **29.09.1998**
(43) Offenlegungstag: **06.04.2000**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **24.02.2005**

(51) Int Cl.⁷: **G01R 33/3415**
A61B 5/055

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

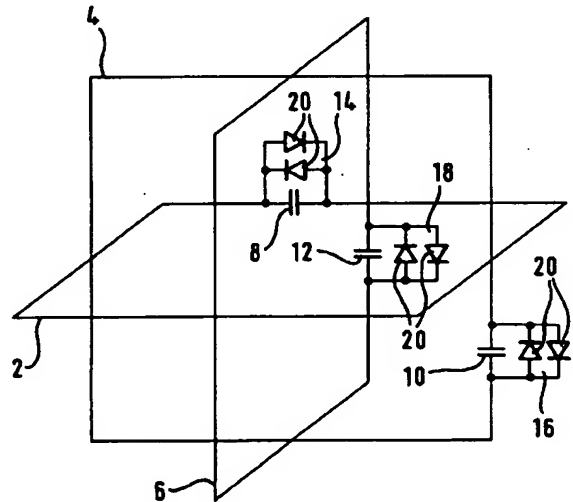
(71) Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

(72) Erfinder:
Oppelt, Arnulf, Dr.rer.nat., 91080 Spardorf, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 44 34 948 A1
DE 34 29 386 A1
US 51 98 768 A
US 46 80 549

(54) **Bezeichnung: Vorrichtung zur induktiven Einkopplung eines Kernspinresonanzsignals in eine Empfangsantenne sowie medizinisches Interventionsinstrument**

(57) **Hauptanspruch: Vorrichtung zur induktiven Einkopplung eines Kernspinresonanzsignals in eine Empfangsantenne mit drei voneinander entkoppelten resonanten Spulenordnungen (2, 4, 6; 22, 26, 22A, 26A; 44, 46, 48) deren Abbildungsbereiche (24, 24A, 36) senkrecht aufeinander stehen und sich zumindest teilweise überlappen.**



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur induktiven Einkopplung eines Kernspinresonanzsignals in eine Empfangsantenne mit drei voneinander entkoppelten resonanten Spulenordnungen, die einen Abbildungsbereich besitzt.

[0002] Die Erfindung betrifft außerdem ein medizinisches Interventionsinstrument, das mit einer Vorrichtung zur induktiven Einkopplung eines Kernspinresonanzsignals in eine Empfangsantenne verbunden ist.

Stand der Technik

[0003] Eine Vorrichtung der eingangs genannten Art ist aus der US-PS 4,680,549 bekannt. Darin ist ausgeführt, daß ein Kernspinresonanzsignal aus einem beschränkten Bereich eines abzubildenden Untersuchungsobjekts deutlich erhöht werden kann, wenn man in unmittelbarer Nähe des Bereiches einen gesonderten Spulensatz anordnet. Der Spulensatz kann mehrere resonante Spulenordnungen umfassen. Der gesonderte Spulensatz hat keine elektrische Verbindung zum restlichen Gerät. Die präzedierende Kernmagnetisierung induziert dann in der resonanten Spulenordnung einen Strom, der wiederum in einer Empfangsantenne ein zusätzliches Signal induziert, das wesentlich größer ist, als das direkt von der präzedierenden Kernmagnetisierung in der Empfangsantenne induzierte. Das Signal-Rauschverhältnis in dem Bereich des Bildes, das dem von der Induktionsspule erfaßten Gebiet entspricht, verbessert sich beträchtlich. Um beim Senden mit einer separaten Sendeantenne, d. h. beim Anregen der Kernspinresonanz, das Anregefeld nicht lokal zu verändern, ist mit der resonanten Empfangsspulenordnung eine Verstimmeinrichtung in Form von zwei antiparallel geschalteten Dioden verbunden.

[0004] Die Verbesserung des Signal-Rauschverhältnisses des induktiv gekoppelten, signalverstärkenden Resonanzkreises oder der resonanten Spulenordnung hängt von der Güte und vom Winkel des Abbildungsbereiches der resonanten Spulenordnung mit dem magnetischen Grundfeld ab. Stehen beide parallel zueinander, ergibt sich keine Verbesserung. Dies ist von Nachteil, wenn z. B. eine resonante Spulenordnung an einer Oberfläche des abzubildenden Objekts angebracht werden soll, wo die Oberfläche nur eine Ausrichtung des Abbildungsbereiches der resonanten Spulenordnung parallel zum Grundmagnetfeld zuläßt.

[0005] Nun sind andererseits zirkular polarisierende Antennenanordnungen bekannt, die zwei senkrecht zueinander angeordnete Teilantennenanordnungen umfassen. Sie besitzen damit auch senkrecht zueinander angeordnete Antennencharakteristiken, die ihrerseits wiederum senkrecht zum Grundmagnetfeld

ausgerichtet sein müssen. Beispielsweise umfaßt eine aus der US-PS 5,602,557 bekannte zirkular polarisierende Antennenanordnung zwei senkrecht zueinander angeordnete Teilantennenanordnungen, wobei jede Teilantennenanordnung zwei gegenüberliegend angeordnete sattelförmige Antennenleiter aufweist. Der Abbildungsbereich befindet sich zwischen den sattelförmigen Antennenleitern.

[0006] Die US-PS 5,198,768 offenbart ein Antennenarray mit Dipol- und Quadrupolantennen.

[0007] Aus der DE 34 29 386 A ist eine kleine Antenne für ein Kernspintomographiegerät bekannt, die über Kanäle direkt in Körperorgane, z.B. ins Gehirn, in die Leber oder in die Niere, eingeführt werden kann. Sie ist an einem Ende eines dünnen Kunststoffträgers aufgebracht.

Aufgabenstellung

[0008] Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur induktiven Einkopplung eines Kernspinresonanzsignals anzugeben, wobei der signalverstärkende Effekt unabhängig von der Ausrichtung der Vorrichtung im Grundmagnetfeld ist.

[0009] Der Erfindung liegt auch die Aufgabe zugrunde, ein Interventionsinstrument anzugeben, das unabhängig von seiner Ausrichtung mit Hilfe der Kernspinresonanztechnik gut lokalisierbar ist.

[0010] Die erstgenannte Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung zur induktiven Einkopplung eines Kernresonanzsignals mit drei voneinander entkoppelten resonanten Spulenordnungen, deren Abbildungsbereiche senkrecht aufeinander stehen und sich zumindest teilweise überlappen. Hierdurch wird unabhängig von der Ausrichtung der Vorrichtung stets ein verstärktes Signal von der Vorrichtung in die Empfangsantenne eingekoppelt. Idealerweise ist dieses Signal sogar noch größer als das einer senkrecht zum Grundmagnetfeld induktiv gekoppelten resonanten Einzelspulenordnung, weil nun stets die zirkuläre Polarisation der Kernmagnetisierung ausgenutzt wird.

[0011] Im einfachsten Fall kann ein Triplett aus resonanten Dipol- oder Ringspulen zur Anwendung gelangen.

[0012] Eine vorteilhafte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, daß die Spulen um ein gemeinsames Zentrum angeordnet sind und ihre Symmetrieachsen senkrecht zueinander stehen. Ausschließlich über die geometrische Anordnung ist damit erreicht, daß die Spulenordnungen voneinander entkoppelt sind.

[0013] Ist daran gedacht, eine Anordnung zur induktiven Einkopplung eines Kernspinresonanzsignals in

einer Empfangsantenne auf einer Oberfläche eines abzubildenden Objekts zu applizieren, wäre bei der ausschließlichen Verwendung von resonanten Dipolspulen mit einer schlechten Ankopplung der von der Oberfläche wegstehenden Dipolspulen an das Objekt und damit nur mit einer geringen Signalverstärkung zu rechnen. Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung umfaßt die Anordnung zur induktiven Einkopplung eines Kernspinresonanzsignals mindestens eine resonante Quadrupolspule, z. B. in Form einer Schmetterlingsspule oder achtförmigen Spule. Wegen des mit zunehmendem Abstand rasch abklingenden Quadrupolfeldes der Schmetterlingsspule würde bei größerem Abstand zur Empfangsantenne jedoch keine bemerkenswerte Signalverstärkung erzielt. Daher ist mit der resonanten Quadrupolspule eine senkrecht dazu angeordnete resonante Dipolspule gekoppelt. Das magnetische Quadrupolfeld der Schmetterlingsspule durchströmt dann die weitere resonante Dipolspule und induziert hierin einen Strom, dessen Magnetfeld dann die induktive Kopplung der Quadrupolspule an die Empfangsantenne vermittelt.

[0014] Bei magnetresonanztomographisch geführten Eingriffen besteht oft der Wunsch, die Lage eines Interventionsinstruments, z. B. einer Biopsieanordnung, eines Endoskops oder auch eines Zeigers, mit dem auf eine abzubildende Stelle am Untersuchungsobjekt gedeutet wird, in einem Tomogramm anzuzeigen. Auch ist es oft von Vorteil, wenn mit dem Interventionsinstrument direkt am Ort des Instrumentes endoskopische Kernresonanzbilder angefertigt werden können. In jedem Fall ist es wichtig, daß diese Anzeige unabhängig von der Ausrichtung des interventionellen Instruments ist.

[0015] Die zweitgenannte Aufgabe wird dadurch gelöst, an einen invasiven Teil eines medizinischen Interventionsinstruments eine Vorrichtung zur induktiven Einkopplung eines Kernspinresonanzsignals anzuordnen, die drei orthogonale und sich zumindest teilweise überlappende Abbildungsbereiche besitzt.

[0016] So wird bei einer wichtigen Anwendung die Vorrichtung zur induktiven Einkopplung eines Kernspinresonanzsignals an einen Katheter oder an ein Interventionsinstrument befestigt und erlaubt so die Verfolgung (Lokalisation und Navigation) des Instruments im Körper mit Hilfe der Kernspinresonanstechnik. Als sichtbare Markierung des Orts in der Anwendung mit einem Katheter kann entweder durch die Vorrichtung strömendes Blut dienen oder auch eine in die Markierungsspulen eingebrachte Probe mit Protonen, z.B. paramagnetisch dotierten Wassers. Dabei kann mit einer im Vergleich zur Bildgebung verminderten Sendeleistung gearbeitet werden, weil das von einer Sendeantenne abgestrahlte Anregungsfeld durch die resonanten Spulenordnungen verstärkt wird. Weil die verminderte Sendeleistung

nun nicht ausreicht, das Untersuchungsobjekt zur Kernresonanz anzuregen, tritt als Empfangssignal nur das induktiv in die Empfangsspule eingekoppelte Signal der Markierungsspulen in Erscheinung. Aus drei in orthogonalen magnetischen Gradientenfeldern aufgenommenen Empfangssignalen kann man die Position der Markierungsspulen ableiten und z.B. in ein zuvor aufgenommenes Bild eintragen. Das Signal der Markierungsspulen kann jedoch auch zur Abbildung des die Markierungsspulen umgebenden Bereichs genutzt werden.

[0017] Soll gleichzeitig beim Tracking und Navigieren des Instruments eine Bildgebung mit der normalen Empfangsspule erfolgen, sind gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung die resonanten Spulenordnungen jeweils mit einer Verstärkeinrichtung verbunden. Die Verstärkeinrichtungen verstärken die ansonsten resonanten Spulenordnungen bei aktivierter Sendeantenne, wodurch das Sendefeld im Bereich der resonanten Spulenordnungen nicht verstärkt wird. Deshalb kann mit der normalen Sendeleistung gearbeitet werden, und in der Empfangsspule überlagern sich dann das aus dem Untersuchungsobjekt stammende Kernresonanzsignal, das zur Bildgebung verwendet wird und das von den resonanten, am Interventionsinstrument angebrachten, Spulen herrührende, was im Bild zu einer signalverstärkten Darstellung des Abbildungsbereiches der am Interventionsinstrument angebrachten Spulen führt. Würden hingegen diese Spulen nicht mit einer Verstärkeinrichtung versehen sein, wäre beim Senden die Sendefeldstärke zu groß, so daß die Kernmagnetisierung nicht im optimalen Winkel aus der Gleichgewichtslage gekippt wird, also nur ein ungenügendes Signal liefern würde.

[0018] Sofern die Vorrichtung zur induktiven Einkopplung eines Kernspinresonanzsignals als Lokalisierungshilfe eines Interventionsinstruments oder ähnliches eingesetzt wird, ist gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung im gemeinsamen Abbildungsbereich der Empfangsspulenordnungen eine als Markierung dienende Probe mit Kernspinresonanzsignal liefernder Materie angeordnet.

Ausführungsbeispiel

[0019] Die Erfindung wird im folgenden anhand von vier Figuren erläutert. Es zeigen:

[0020] Fig. 1 in einer schematischen perspektivischen Darstellung eine erste Ausführungsform einer Vorrichtung zur induktiven Einkopplung eines Kernspinresonanzsignals in einer Empfangsantenne mit einem Triplett von drei orthogonalen resonanten Dipolspulen mit gemeinsamen Zentrum,

[0021] Fig. 2 in einer schematischen Darstellung eine resonante Quadrupolspule, die mit einer reso-

nanten Dipolspule gekoppelt ist,

[0022] Fig. 3 in einer schematischen Darstellung eine weitere Ausführungsform einer Vorrichtung zur induktiven Einkopplung eines Kernspinresonanzsignals mit einer resonanten Dipolspule und zwei orthogonalen resonanten Quadrupolspulen mit dazugehörigen Dipolspulen und

[0023] Fig. 4 in einer schematischen Darstellung eine dritte Ausführungsform einer Vorrichtung zur induktiven Einkopplung eines Kernspinresonanzsignals mit einer resonanten Dipolspule und zwei auf einer Zylindermantelfläche orthogonal zueinander angeordneten resonanten.

[0024] Die in Fig. 1 dargestellte erste Ausführungsform der Vorrichtung zur induktiven Ankopplung eines Kernspinresonanzsignals ist z. B. als Lokalantenne in einem diagnostischen Magnetresonanzgerät in einer beliebigen Ausrichtung bezüglich des Grundmagnetfeldes einsetzbar. Dabei besitzt die Vorrichtung keine galvanische Verbindung zum Empfangsteil des Magnetresonanzgerätes, die Signalübertragung erfolgt mittels magnetischer Kopplung zur im Magnetresonanzgerät eingebauten Empfangsantenne. Durch die induktiv gekoppelte Lokalantenne wird der lokale Signalbeitrag in der Empfangsspule um einen Faktor verstärkt, der etwa der Güte der Lokalantenne entspricht.

[0025] Die Vorrichtung besteht aus einem Triplet von resonanten Dipol- oder Ringspulen 2, 4, 6, die senkrecht zueinander angeordnet sind. Die Dipolspulen 2, 4, 6 sind jeweils mit Hilfe eines eingefügten Kondensators 8 bzw. 10 bzw. 12 auf die Arbeitsfrequenz des Magnetresonanzgerätes, beispielsweise der Protonenresonanzfrequenz, abgestimmt. Die resonanten Spulenordnungen besitzen hier gleiche rechteckige Geometrie. Sie sind zentrisch-symmetrisch zueinander angeordnet und stehen mit ihren Spulenachsen und damit mit ihren Hauptabbildungsbereichen oder -empfindlichkeitsbereichen senkrecht aufeinander. Parallel zu den Kondensatoren 8, 10, 12 ist jeweils eine Verstimmereinrichtung 14 bzw. 16 bzw. 18 geschaltet. Die Verstimmereinrichtungen 14, 16, 18 bestehen jeweils aus zwei antiparallel geschalteten Dioden 20. Die Anregung der Kerne erfolgt mit Hilfe einer hier nicht dargestellten Empfangsantenne, wobei die resonanten Empfangsspulenordnungen 2, 4, 6 über die Verstimmereinrichtungen 14, 16, 20 automatisch verstimmt werden. Im Sendefall schalten die Dioden 20 die Kondensatoren 8, 10, 12 kurz, sobald ihre Durchlaßspannung erreicht ist. Damit ist die Resonanzbedingung nicht mehr erfüllt. Die resonanten Spulenordnungen 2, 4, 6 sind im Sendefall wirkungslos. Im Empfangsfall werden wesentlich kleinere Spannungen als die Durchlaßspannung in den Spulenordnungen 2, 4, 6 induziert. Die Dioden 20 bleiben im Empfangsfall im Sperrzustand, die Kon-

densatoren 8, 10, 12 sind wirksam und die Spulenordnungen 2, 4, 6 befinden sich in Resonanz.

[0026] Wenn die Anordnung zur induktiven Einkopplung auch im Sendefall aktiv sein soll, entfallen in der Anordnung die parallel zu den Kondensatoren 8, 10, 12 geschalteten Verstimmereinrichtungen 14, 16, 18. Dann tritt im Abbildungsbereich der resonanten Spulenordnungen 2, 4, 6 ein verstärktes Anregungsfeld auf. Um einen vorgegebenen Flipwinkel der Kernmagnetisierung zu bewirken, kann dann die Sendeleistung entsprechend der Signalverstärkungswirkung reduziert werden.

[0027] Wird die resonante Spulenordnung 2 auf die Oberfläche des Objekts gelegt, dann ist bei den Signalkomponenten, die von den von der Oberfläche wegstehenden resonanten Spulenordnungen 4 und 6 empfangen werden, eine im Vergleich zur resonanten Spulenordnung 2 geringere Signalverstärkung zu erwarten. In diesem Fall kann die Signalverstärkung verbessert werden, wenn anstatt der resonanten Dipolspulen 4 und 6 jeweils eine resonante Quadrupolspule 22 in Form einer Schmetterlingsspule eingesetzt wird, wie in Fig. 2 dargestellt. Die Quadrupolspule 22 besitzt eine Feldcharakteristik, die der von zwei gegenläufig orientierten Dipol- oder Ringspulen entspricht. Der Abbildungsbereich der Quadrupolspule 22 befindet sich hier unterhalb der gekreuzten Mittelleiter 23 und ist senkrecht dazu ausgerichtet, was durch einen Doppelpfeil 24 symbolisiert ist.

[0028] Da allgemein das Quadrupolfeld mit zunehmendem Abstand stark abfällt, und damit die induktive Kopplung zur Empfangsantenne entsprechend schwach ist, ist senkrecht zur Quadrupolspule 22 in einer Ebene, worin die Mittelleiter 23 angeordnet sind, eine resonante Dipolspule 26 vorgesehen. Die Dipolspule 26 ist mit der Quadrupolspule 22 magnetisch stark gekoppelt. Die Dipolspule 26 vermittelt über die induktive Kopplung mit der Quadrupolspule 22 die Signale besser zur Empfangsantenne als die Quadrupolspule 22 alleine. Zur Abstimmung auf die Resonanzfrequenz sind sowohl in der Quadrupolspule 22 wie auch in der Dipolspule 26 jeweils ein Kondensator 28 bzw. 30 eingefügt. Auch hier sind die Kondensatoren 28, 30 mit einer Verstimmereinrichtung 32 bzw. 34 parallel geschaltet.

[0029] Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsform, wobei eine resonante Dipolspule 2 und zwei senkrecht zueinander angeordnete resonante Quadrupolspulenordnungen 22 und 22A verwendet werden. Der Aufbau der Quadrupolspulen 22, 22A ist vorstehend anhand von Fig. 2 beschrieben. Die Auskopplung des Quadrupolsignals und Übermittlung an die Empfangsantenne erfolgt über die Dipolspulen 26 und 26A. Resonanzkondensatoren und Verstimmereinrichtungen sind aus Übersichtlichkeitsgründen hier nicht eingezeichnet. Die Dipolantenne 2 besitzt einen

Abbildungsbereich 36, der axial bezüglich der Leiter-
schleife ausgerichtet ist. Die Quadrupolspulen-
anordnungen 22 und 22A besitzen senkrecht zueinander
ausgerichtete Abbildungsbereiche 24 bzw. 24A, die
ihrerseits senkrecht zum Abbildungsbereich 36 aus-
gerichtet sind.

[0030] Fig. 4 zeigt nun eine vierte Ausführungsform
der Vorrichtung zur induktiven Einkopplung eines
Kernspinresonanzsignals. Diese Ausführungsform ist
an der Spitze eines Katheters 40 zum Lokalisieren
und Navigieren unter Ausnutzung der kernmagneti-
schen Resonanz angeordnet. Auch hier werden drei
resonante Spulenordnungen verwendet, deren
Abbildungsbereiche sich überlappen und senkrecht
aufeinander stehen. Auf einem zylindrischen Träger
42 ist zunächst eine resonante Solenoidspule 44 an-
geordnet, deren Empfindlichkeitsbereich axial zum
zylindrischen Träger ausgerichtet ist. Die Solenoid-
spule 44 ist eine Ausführungsform einer Dipolspule
und umfaßt mehrere Windungen. Ein Resonanzkon-
densator ebenso wie eine Verstärkeinrichtung sind
zwar vorhanden, hier jedoch nicht dargestellt. Eine
zweite resonante Spulenordnung besteht aus zwei
resonanten Sattelspulen 46. Die Sattelspulen 46 sind
gleich gestaltet und auf der Oberfläche des zylindri-
schen Trägers 42 gegenüberliegend angeordnet.
Von den Leitern der Sattelspule 46 sind in Fig. 5 nur
die vorderen Bereiche sichtbar, sie erstrecken sich
auf die rückwärtige Seite des Katheters 40 symmet-
risch zur Vorderseite fort. Eine dritte resonante Spu-
lenordnung umfaßt ebenfalls zwei auf dem zylindri-
schen Träger gegenüberliegend angeordnete Sattel-
spulen 48, die gleich wie die Sattelspulen 46 auf-
gebaut, jedoch um 90° dazu verdreht angeordnet
sind. Auch bei den Sattelspulen 46, 48 ist aus Grün-
den der Übersichtlichkeit auf die Darstellung von Re-
sonanzkondensatoren und Verstärkeinrichtungen
verzichtet worden.

[0031] Wenn der Katheter 40 mit der Vorrichtung zur
Signalverstärkung über Blutgefäße in den Körper ein-
gebracht wird, kann als bildgebende Substanz im
Magnetresonanztomogramm das durch die Gefäße
strömende Blut verwendet werden. Da sich die Abbil-
dungsbereiche der resonanten Spulenordnungen
44, 46, 48 innerhalb des zylindrischen Trägers 42 be-
finden, müssen Öffnungen im Träger 42 vorhanden
sein, wodurch das Blut in den Innenraum strömen
kann. Alternativ kann die an der Katheterspitze fixier-
te Vorrichtung zur induktiven Einkopplung auch ge-
schlossen ausgestaltet sein, dann ist innerhalb der
Vorrichtung eine Probe 50 mit Kernspinresonanzsig-
nal liefernder Materie im Zentrum des zylindrischen
Trägers 42 angeordnet. Die Probe 50 ist beispiels-
weise in Form einer mit Wasser gefüllten Kapsel aus-
geführt, wobei das Wasser zusätzlich mit einem para-
magnetischen Salz dotiert ist.

[0032] Die Probe 50 wird im Magnetresonanztomo-

gramm als Markierung abgebildet und erlaubt eine
Lokalisierung der Spitze des Katheters 40 oder allge-
mein eines Interventionsinstruments. Es ist jedoch
auch möglich, mit einer einfachen Sequenz, bei der
nur drei aufeinander senkrechte Gradientenfelder
verwendet, lediglich die Probe 50 ohne Abbildung der
Umgebung zu lokalisieren. Das Lokalisierungsergeb-
nis wird dann verwendet, eine Marke in schon erstell-
ten Abbildungen des Objekts einzutragen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur induktiven Einkopplung eines
Kernspinresonanzsignals in eine Empfangsantenne
mit drei voneinander entkoppelten resonanten Spu-
lenordnungen (2, 4, 6; 22, 26, 22A, 26A; 44, 46,
48) deren Abbildungsbereiche (24, 24A, 36) senk-
recht aufeinander stehen und sich zumindest teilwei-
se überlappen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch ge-
kennzeichnet, daß die Spulenordnungen (2, 4, 6)
zentrisch-symmetrisch zueinander angeordnet sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch
gekennzeichnet, daß mindestens eine der resonan-
ten Spulenordnungen eine resonante Dipolspule
(2, 4, 6, 26, 44) umfaßt.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der
resonanten Spulenordnungen eine resonante
Quadrupolspule (22, 22A) und eine senkrecht daran
angeordnete, mit der Quadrupolspule (22, 22A) ma-
gnetisch gekoppelte resonante Dipolspule (26, 26A)
umfaßt.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der
resonanten Spulenordnungen zwei auf einer Zylin-
dermantelfläche gegenüberliegend angeordnete re-
sonante Sattelspulen (46, 48) umfaßt.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, daß die resonanten Spu-
lenordnungen einen Kondensator (8, 10, 12, 28,
30) umfassen.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, daß die resonante Spulen-
anordnungen jeweils mit einer Verstärkeinrichtung
(14, 16, 18, 32, 34) verbunden sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch ge-
kennzeichnet, daß die Verstärkeinrichtungen (14,
16, 18, 32, 34) jeweils zwei antiparallel geschaltete
Dioden (20) umfassen, die elektrisch parallel zum
Kondensator (8, 10, 12, 28, 30) angeordnet sind.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

dadurch gekennzeichnet, daß im gemeinsamen Abbildungsbereich der Spulenordnungen (44, 46, 48) eine als Markierung dienende Probe (50) mit Kernspinresonanzsignal liefernder Materie angeordnet ist.

10. Medizinisches Interventionsinstrument mit einem in einen Körper einbringbaren invasiven Abschnitt (40), dadurch gekennzeichnet, daß an dem invasiven Abschnitt (40) eine Vorrichtung zur induktiven Einkopplung eines Kernspinresonanzsignals nach einem der Ansprüche 1 bis 9 angeordnet ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

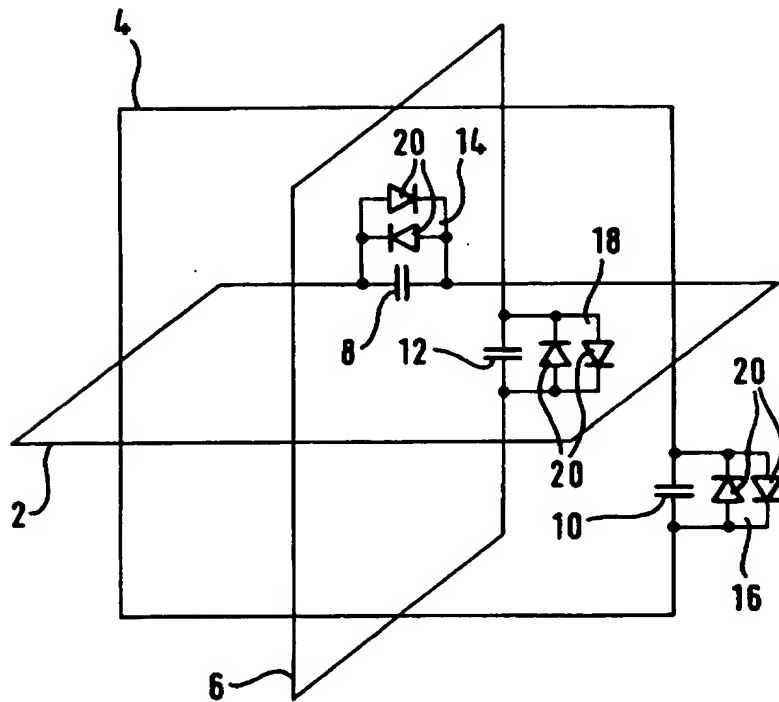


FIG 1

